

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 7 - 2 3 0 9 5 5

(43) 公開日 平成 7 年 (1995) 8 月 2 9 日

(51) Int. Cl. °

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H01L 21/205

C23C 16/44

16/46

D

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平 6 - 2 0 8 7 2  
(22) 出願日 平成 6 年 (1994) 2 月 1 8 日

(71) 出願人 0 0 0 0 5 1 0 8  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地  
(72) 発明者 小田 克矢  
東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 2 8 0 番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(72) 発明者 清田 幸弘  
東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 2 8 0 番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

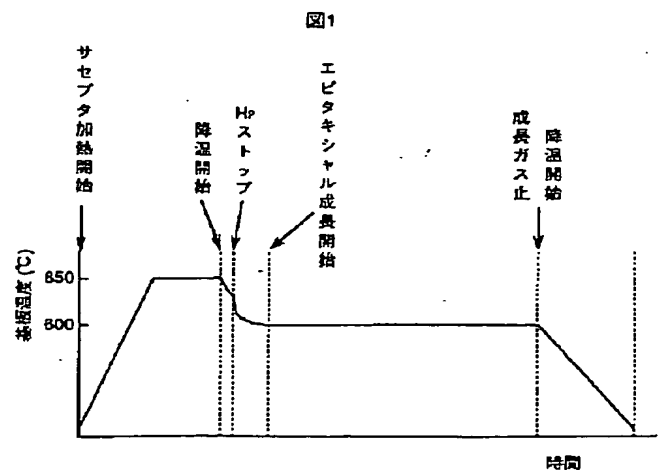
(54) 【発明の名称】 気相成長方法とその装置

(57) 【要約】

【目的】 成長前の基板を短時間で制御性良く温度調節し、基板表面への不純物の付着を減少させてエピタキシャル膜の欠陥を低減する。

【構成】 クリーニングガス中で基板を高温に加熱することによって基板表面を清浄した後、基板を成長温度まで降温する段階で、反応室を急激に減圧することにより基板温度を短時間で成長温度まで降温する。

【効果】 基板表面清浄化からエピタキシャル成長までの基板の降温時間を大幅な短縮が可能となり、基板表面への不純物付着を低減でき、かつキャリアのプロファイルを急峻にできる。また、デバイスの熱履歴を減少することができる。さらに降温時間の短縮によりエピタキシャル成長のスループットが向上する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体基板を誘導加熱により加熱し、シリコン系ガスを分解させてシリコンのエピタキシャル成長を行う気相成長方法において、前記半導体基板をクリーニングガス中でエピタキシャル成長時よりも高温に加熱して表面の自然酸化膜を除去する工程、クリーニングガスの供給を停止する工程、反応室内の前記クリーニングガスを強制排気して反応室を減圧することにより前記半導体基板の温度を下げる工程、前記反応室にシリコン系ガスを流してエピタキシャル成長を行う工程を含むことを特徴とする気相成長方法。

【請求項2】請求項1において、前記反応室の減圧により前記半導体基板の温度をエピタキシャル成長温度まで下げる気相成長方法。

【請求項3】クリーニングガス供給停止と同時に反応室との間を隔てているバルブを開けて前記反応室の圧力を下げるための減圧室を有することを特徴とする半導体製造装置。

【請求項4】反応室内のガスを短時間で排気するための真空排気装置を複数個設けたことを特徴とする半導体製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、シリコンエピタキシャル膜の気相成長方法及びその装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】シリコンの気相エピタキシャル成長を行う場合、従来はブイ エル エス アイ ファブリケーション プリンシプルズ：シリコン アンド ガリウムアルセナイド(VLSI FABRICATION PRINCIPLES: SILICON & GALLIUM ARSENIDE), p. 229で述べられているように、エピタキシャル成長を行う反応室と、反応室にクリーニングガスやシリコン系反応ガスを供給するガス供給手段と、反応室内のガスを排気する真空排気手段とを有しているエピタキシャル成長装置において、反応室内に設けられたサセプタ上にシリコン基板を設置し、 $H_2$  や  $HCl$  等のクリーニングガスを流した状態でRFコイルからの誘導加熱によりサセプタを加熱し、サセプタからの熱輻射等により基板を $1000^\circ C$ 以上に加熱することにより表面の自然酸化膜を除去する。表面の自然酸化膜を除去した後、基板を成長温度になるまで降温し、 $H_2$  等のキャリアガスと共にシリコン系ガスを反応室に流すことによりエピタキシャル成長を行ってきた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来法の誘導加熱により基板を加熱する気相成長方法では、成長温度よりも高い温度で基板表面の自然酸化膜を除去した後、成長温度まで基板温度を下げるために単に出力を下げて温度が下がるまで放置していた。しかしこの方法では、サセプタの熱容量が大きいために温度の低下が非常に遅く、低温

でエピタキシャル成長を行おうとすると降温時間が長くなるので、基板表面への不純物の再付着が起り、エピタキシャル膜の欠陥の原因となる不純物が界面に残留してしまうという問題があった。

【0004】本発明の目的は、低温エピタキシャル成長におけるエピタキシャル膜/基板界面の残留不純物濃度を抑制する方法、及びその装置を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、基板表面清浄化を行う時の反応室圧力とエピタキシャル成長時の反応室圧力との差を利用し、基板表面清浄化が終了した時点で瞬間的に反応室を減圧することにより短時間で基板温度を成長温度まで下げ、基板表面への不純物の付着を防止する方法である。

## 【0006】

【作用】エピタキシャル成長前の基板表面清浄化のために $H_2$ 、 $HCl$ 等のクリーニングガス中で基板を高温に加熱した後、成長温度まで基板を降温する段階で、クリーニングガスの供給を停止するのに加えて真空排気装置により反応室を急激に減圧する。その結果、熱力学の法則により、反応室の圧力低下とともに温度は急激に低下するため、あらかじめ圧力変化から温度の低下量を計算しておけば、非常に短時間で、且つ制御性良く基板温度を成長温度まで下げることができる。

## 【0007】

【実施例】図1は、本発明をシリコンのエピタキシャル成長に適用した場合のシーケンスとそれに伴う基板温度を示したものであり、図2は従来法でのエピタキシャル成長のシーケンスとそれに伴う基板温度である。図3にはシリコンのエピタキシャル成長を誘導加熱によって行う気相成長装置の断面図を示してある。

【0008】シリコン基板5を $1 \times 10^{-1} Pa$ 以下の超高真空中に保たれた成長室1に導入し、サセプタ4上に設置する。エアバルブ7を開け、ガスノズル6を通して成長室1に $H_2$ を $4 l/min$ 導入し、圧力制御バルブ12を用いて成長室内を $1000 Pa$ の圧力に保った後、ワークコイル2に高周波電流を流してサセプタ4を加熱し、その熱伝導で基板5を $850^\circ C$ に加熱する。

【0009】基板表面にある自然酸化膜を除去した後、ワークコイル2の出力を調整しサセプタ4の温度を下げ始める。エアバルブ7を閉めるのと同時に圧力制御バルブ12、ゲートバルブ11を順に全開にして成長室1を $1000 Pa$ から $1 \times 10^{-1} Pa$ まで急速に減圧する。この急減圧により、通常の基板温度下降速度 $0.3^\circ C/sec$ に対して $5.0^\circ C/sec$ という高速で基板が冷却される。

その結果、減圧開始から数十秒で成長温度まで基板温度が下がり、エアバルブ8を開けて成長ガスを成長室1に導入し、エピタキシャル成長を開始する。

【0010】図4、図5は本発明を用いて成長させたエピタキシャル膜/基板界面の不純物濃度分布と、従来法

を用いた場合の不純物濃度分布とを比較したものである。これらの図より、酸素、炭素とも成長前に短時間で基板を降温した本発明の方が長時間かけて降温したものよりも界面の濃度が低いことが分かる。

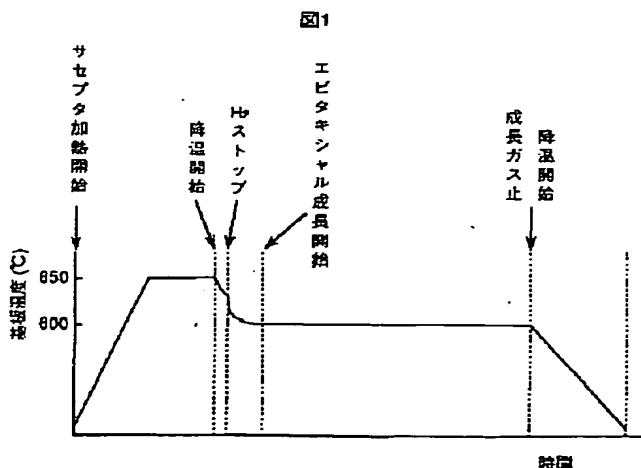
【0011】図6に示す他の実施例では、基板表面清浄化を行った後、定常時にエピタキシャル成長温度になるように高周波電源の出力を調整して基板を降温していく、基板温度が減圧に伴う温度下降分だけエピタキシャル成長時の温度よりも高い温度まで下がった時点で反応室の減圧を開始する。すると反応室の減圧が終了した時点で基板はエピタキシャル成長温度になるので、そのまま反応室にシリコン系ガスを流すことによりエピタキシャル成長を行うことができる。

【0012】次に図7を用いて他の実施例を説明する。第1の実施例ではエアバルブ7を閉じ真空排気装置10で排気し始めてから減圧できるまでに時間がかかっていた。そこで成長室1とゲートバルブ15で仕切られ、独立した真空排気装置14で超高真空に保つことができる減圧室13を設けることにより、エアバルブ7を閉めるのと同時にゲートバルブ15を開けただけで反応室の圧力が大幅に下がり排気に要する時間が大幅に短縮できる。そしてすぐにゲートバルブ15を閉じ、ゲートバルブ11を開け、エアバルブ8を開けて成長ガスを反応室1に導入し、エピタキシャル成長を開始する。

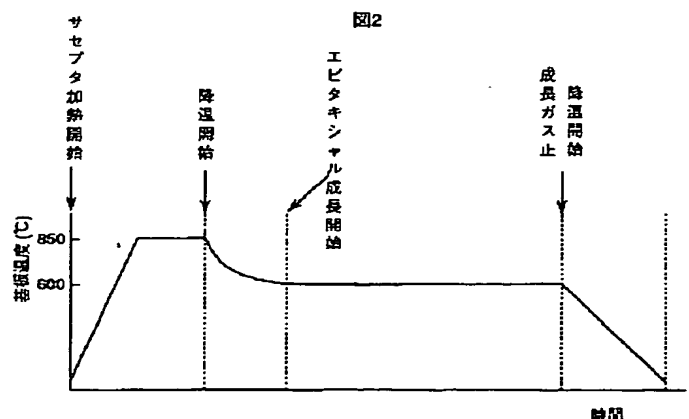
【0013】図8はさらに他の実施例を示す。本実施例では、反応室を複数の真空排気装置10、17、18、19を直列、並列、又はそれらの複合としてつないで排気することにより、排気能力を大幅に上げてクリーニングガスの急速排気を行ってさらに降温時間の短縮を行うことができる。さらに反応室の真空度を向上させ不純物ガスの分圧を下げることで、基板表面に付着する不純物濃度も減らすことができる。

【0014】

【図1】



【図2】



【発明の効果】本発明によれば、非常に短時間で基板を降温することができるので基板表面への不純物の再付着を低減しながら低温でのエピタキシャル成長が可能になる。さらに基板表面への不純物再付着を低減することから、エピタキシャル膜の積層欠陥を減少できる。さらに低温でエピタキシャル成長ができるためキャリアのプロファイルを非常に急峻にすることができる。さらに基板の降温時間が大幅に短縮されて基板の熱履歴を減少することができる。さらに降温時間の短縮によりエピタキシャル成長のスループットが向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるエピタキシャル成長のシーケンスと基板温度の関係の説明図。

【図2】従来例のエピタキシャル成長のシーケンスと基板温度の関係の説明図。

【図3】気相成長装置の断面図。

【図4】エピタキシャル膜／基板界面の酸素濃度の特性図。

【図5】エピタキシャル膜／基板界面の炭素濃度の特性図。

【図6】本発明の他の実施例によるエピタキシャル成長のシーケンスと基板温度の関係の説明図。

【図7】減圧室を設けた気相成長装置の断面図。

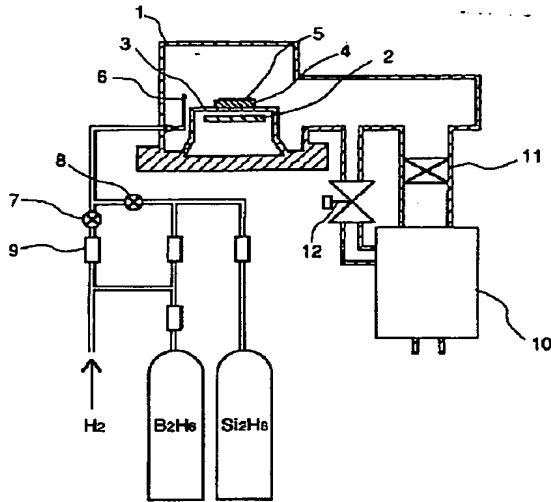
【図8】複数の真空排気装置を設けた気相成長装置の断面図。

【符号の説明】

1…反応室、2…高周波ワークコイル、3…ワークコイルカバー、4…サセプタ、5…基板、6…ガスノズル、7…クリーニングガス用エアバルブ、8…成長ガス用エアバルブ、9…マスフローコントローラ、10、14、17、18、19…真空排気装置、11、15、16、20…ゲートバルブ、12…圧力制御バルブ、13…減圧室。

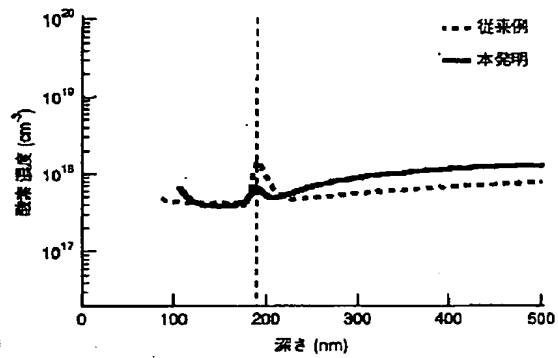
【図 3】

図3



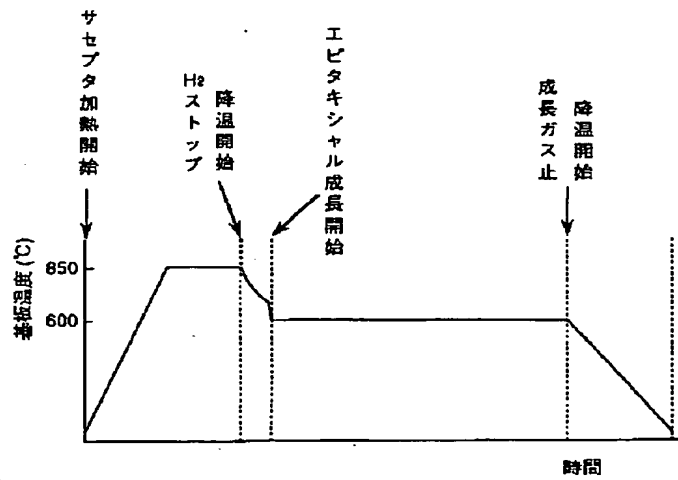
【図 4】

図 4



【図 6】

図6

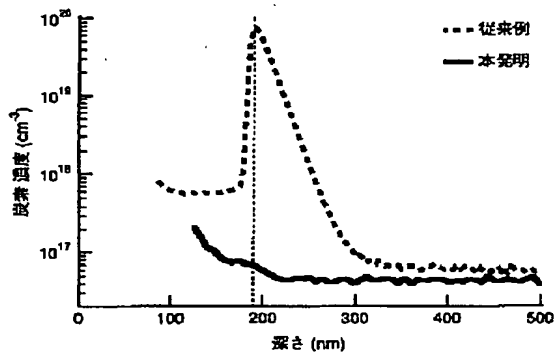


【図 8】

図8

【図 5】

図 5



【図 7】

図7

